



Аналіз лікарських засобів

ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ЧАСОПИС

<http://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/pharm-chas>



УДК 615.07:615.32:543.544.943.3.068.7

DOI <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2021.2.12182>

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ СУМИ ФЛАВОНОЇДІВ У НАСТОЙЦІ НАГІДОК МЕТОДОМ ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ ТОНКОШАРОВОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

К. О. Хохлова, Л. І. Вишневська, О. А. Здорик

Національний фармацевтичний університет, Харків

Kateryna_khokhlova@ukr.net

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції / Received:
31.05.2021

Після доопрацювання / Revised:
03.06.2021

Прийнято до друку / Accepted:
05.06.2021

Ключові слова:

настойка нагідок;
високоєфективна тонкошарова
хроматографія;
сума флавоноїдів;
рутин;
кількісне визначення.

АНОТАЦІЯ

Мета роботи. Розробка методики визначення кількісного вмісту суми флавоноїдів настойки нагідок методом високоєфективної тонкошарової хроматографії (ВЕТШХ), що характеризується специфічністю, експресністю та економічністю.

Матеріали і методи. Дослідження проведено методом ВЕТШХ в автоматичній системі виробництва САМАГ (Швейцарія) на базі Навчально-наукової тренінгової лабораторії хіміко-технологічних досліджень НФаУ (Харків, Україна). Результати обробляли за допомогою програмного забезпечення *visionCats*, САМАГ. Як стандартний зразок (СЗ) використовували рутин, як об'єкти дослідження – три зразки настойки нагідок вітчизняних виробників.

Результати й обговорення. При розробці методики обрано оптимальні умови визначення, що включали: визначення характерних профілів піків настойки нагідок в обраній рухомій фазі за різних довжин хвиль і вибір СЗ для перерахунку, оптимізацію етапів підготовки проби випробуваного і СЗ, етапів дериватизації і детекції; визначення способу розрахунку і розробку формули розрахунку. Так, визначення вмісту суми флавоноїдів проводили після розділення речовин в обраній рухомій фазі і дериватизації реагентом алюмінію хлориду за довжини хвилі 408 нм. Для розрахунку обрано метод калібрувального графіку за площею піків. Згідно із розробленою методикою ВЕТШХ, вміст суми флавоноїдів у перерахунку на рутин у зразках настойки нагідок склав: для зразка 1 – $0,26 \pm 0,02$ %; для зразка 2 – $0,14 \pm 0,01$ %; для зразка 3 – $0,26 \pm 0,02$ %.

Висновки. Розроблену методику можна застосовувати як специфічний, зручний і економічно вигідний експрес-метод визначення флавоноїдів настойки нагідок.

Вступ. Настойка нагідок – лікарський рослинний засіб (ЛРЗ), який віддавна присутній на ринку України [1]. У настойці нагідок ідентифіковані різні флавоноїди: рутин, нарцисин (ізорамнетин-3-О-рутинозид), ізокверцитрин та ін. [2–4]. Зазвичай кількісне визначення настойки нагідок проводять за сумою флавоноїдів методом диференційної спектрофотометрії після реакції комплексоутворення з розчинами алю-

мінію хлориду в перерахунку на стандартний зразок (СЗ), шляхом вимірювання абсорбції випробовуваних розчинів за певної довжини хвилі [3–6]. Існують різні варіанти виконання спектрофотометричних визначень суми флавоноїдів у настойці нагідок. Так, згідно з вимогами Державної фармакопеї України (ДФУ), кількісне визначення проводять після кислотного гідролізу, в перерахунку на гіперозид, за довжи-

ни хвилі 425 нм, розраховуючи вміст методом питомого показника поглинання (МППП) у перерахунку на гіперозид [5–7]. Інший варіант кількісного визначення суми флавоноїдів настойки нагідок – метод диференційної спектрофотометрії з використанням фотометричної реакції з алюмінію хлоридом, але без кислотного гідролізу, шляхом відповідного розведення і у перерахунку на СЗ рутину, а розрахунок проводять за методом стандарту (МС) або МППП [3, 6]. Цей варіант є менш специфічним, але враховуючи експресність, малу працевіткість і мінімум стадій підготовки проби, другий варіант має переваги над фармакопейним способом визначення [6].

Однак спектрофотометрія характеризується низкою недоліків, а саме: вимірювання досліджуваного зразка/зразків і стандартного зразка проводиться не паралельно, а послідовно, що впливає на тривалість процесу, необхідність одночасного задіювання більшої кількості мірного посуду, використання більшої кількості розчинників; метод спектрофотометрії вважається неспецифічним методом аналізу, і при визначенні суми флавоноїдів настойки нагідок, згідно із прийнятим принципом стандартизації ЛРЗ за сумарним вмістом, відсутня інформація щодо співвідношення компонентів, наприклад, невідомо який саме флавоноїд у досліджуваному зразку вносить найбільшу частку в сумарний вміст флавоноїдів. Окрім того, в існуючих методиках спектрофотометрії для перерахунку використовують зовнішні маркери (наприклад, гіперозид у методиці ДФУ на настойку нагідок [5]) або специфічні маркери, що містяться у мінорній кількості (наприклад, рутин у настойці нагідок) [4].

Таким чином, розробка альтернативної методики кількісного визначення суми флавоноїдів настойки нагідок із використанням специфічних аналітичних методів є актуальною.

Високоєфективна тонкошарова хроматографія (ВЕТШХ) – є сучасним і специфічним аналітичним методом, що включений до провідних фармакопей світу для ідентифікації лікарської рослинної сировини і ЛРЗ [8–11]. Разом із цим, сучасне обладнання ВЕТШХ (система для фото-документування, сканер) і програмне забезпечення дають можливість проводити також і специфічне кількісне визначення речовин, представлених як однією зоною, так і декількома зонами, або навіть усіх – на основі всіх зон хроматографічного профілю, за умови їхнього чіткого розділення; документувати і зберігати результати відповідно до вимог GMP. Крім того, у методі ВЕТШХ випробовувані і стандартні зразки визначають одночасно на одній пластинці і за тих самих умов; на одній пластинці може бути проаналізовано до 15 зразків одночасно, що важливо для оптимізації робочого часу в лабораторії та ефективного використання реагентів.

Мета роботи – розробка методики кількісного визначення вмісту суми флавоноїдів настойки нагідок

методом ВЕТШХ, що характеризується специфічністю, експресністю та економічністю.

Матеріали і методи. Дослідження проведено методом ВЕТШХ в автоматичній системі виробництва CAMAG (Швейцарія) на базі Навчально-наукової тренінгової лабораторії хіміко-технологічних досліджень НФаУ (Харків, Україна). Результати обробляли за допомогою програмного забезпечення *visionCats*, CAMAG. Як стандартний зразок використовували рутин (USP, Lot H11146), матеріалом для дослідження були ЛРЗ: «Настойка календули» (ПРАТ «ФІТО-ФАРМ», сер. 190519, сер. 380819; ПРАТ ФФ «Віола», сер. 120319).

Нижче наведено розроблену методику ВЕТШХ визначення суми флавоноїдів, у перерахунку на рутин.

Випробовуваний розчин: поміщають 5 мл попередньо профільтрованої настойки у мірну колбу на 10 мл, доводять 70 % етанолом до мітки.

Калібрувальні розчини: готують п'ять 70 % етанольних розчинів СЗ рутину із концентраціями у діапазоні нанесення 0,2–0,8 мкг/зона.

Стаціонарна фаза: НPTLC Si 60 F254 (Merck).

Рухома фаза: *етилацетат Р, мурашина кислота безводна Р, вода Р* (8:1:1).

Відстань для хроматографування: 70 мм (від нижнього краю пластинки).

Насичення: 20 хв із фільтрувальним папером.

Відносна вологість: 33 %, насичений розчин $MgCl_2$.

Температура: $22 \pm 5^\circ C$.

Дериватизація: 5 % розчин алюмінію хлориду в 70 % етанолі. Занурення: час – 0, швидкість – 5.

Детектування: 366 нм – візуалізер, 408 нм (максимум поглинання в диференційному спектрі рутину) в режимі поглинання – денситометрично із застосуванням ВЕТШХ-сканера, реєстрація спектра в діапазоні 200–500 нм.

Реєстрація даних і обробка результатів: ПЗ CAMAG *visionCATs* 2.5.

Сума флавоноїдів, у перерахунку на рутин, у настойці нагідок, у відсотках, розраховується за формулою:

$$x, \% = \frac{(S_{sub} - b) \times K_{dil}}{a \times 10 \times V_{appl}},$$

де S_{sub} – це сумарне значення площ піків зон флавоноїдів у хроматографічному профілі настойки нагідок після дериватизації і після віднімання базової лінії і суми площ піків до дериватизації;

a і b – коефіцієнти рівняння регресії;

K_{dil} – кратність розведення ЛРЗ;

V_{appl} – об'єм нанесення настойки, мкл.

Результати й обговорення. Розробка методики кількісного визначення суми флавоноїдів настойки нагідок була проведена в уніфікованій рухомій фазі, що застосовується для ідентифікації флавоноїдів і фенілпропаноїдів квіток нагідок / настойки нагідок у відповідних монографіях ДФУ і Європейської фармакопей [2, 5, 8].

Як СЗ для розрахунку сумарного вмісту флавоноїдів у настійці нагідок ми обрали рутин. Рутин є широко розповсюдженим і комерційно доступним флавоноїдом і міститься у настійці нагідок. Рутин не є головним флавоноїдом настійки нагідок, однак має близькі спектральні характеристики до домінуючої речовини нарцисину [4], що обґрунтовує його застосування для перерахунку кількісного вмісту суми флавоноїдів. На рисунку 1 наведено хроматограму СЗ рутину і зразків настійок нагідок після дериватизації.

Під час розробки методики був проведений вибір реагенту для дериватизації і довжини хвилі для визначення суми флавоноїдів настійки нагідок на плас-

тинці (рис. 2). Для дериватизації порівнювали два реагенти для виявлення флавоноїдів – аміноетиловий етер дифенілборної кислоти і алюмінію хлорид. Шляхом порівняння хроматограм, профілів піків хроматограми і денситограми за різних довжин хвиль (рис. 2) та за результатами оцінки спектральних характеристик зон рутину треків випробовуваних розчинів і розчинів СЗ рутину до і після хімічної дериватизації (рис. 3, 4) як більш специфічний реагент для кількісного визначення суми флавоноїдів ми обрали алюмінію хлорид.

За даними рисунка 1 значення R_f рутину досліджуваних зразків настійки нагідок (треки 6–8) і СЗ рутину (треки 1–5) збігаються. Збігаються положення мак-

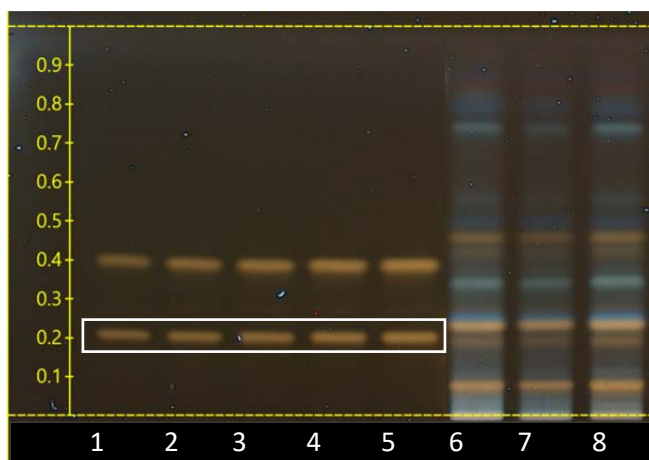


Рис. 1. Хроматограма, отримана для стандартних розчинів рутину ($R_f \approx 0,2$) і гіперозиду ($R_f \approx 0,4$) (треки 1–5) і випробовуваних розчинів настійок нагідок (треки 6–8), після дериватизації розчином алюмінію хлоридом ($\lambda_{\text{дет}} = 366 \text{ нм}$).

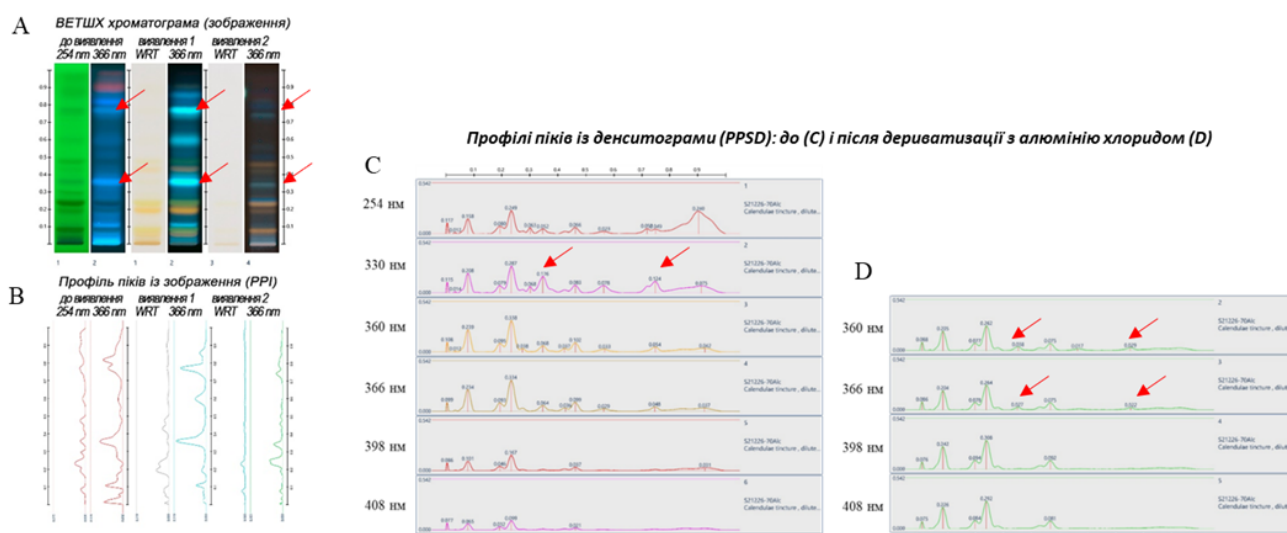


Рис. 2. Вибір реагенту і довжини хвилі для визначення суми флавоноїдів настійки нагідок. ВЕТШХ хроматограми (А) і профілі піків хроматограм (В) до і після дериватизації (виявлення 1 – реагент аміноетилового етеру дифенілборної кислоти, виявлення 2 – реагент алюмінію хлориду); профілі піків денситограми до (С) і після (D) дериватизації з реагентом алюмінію хлориду.

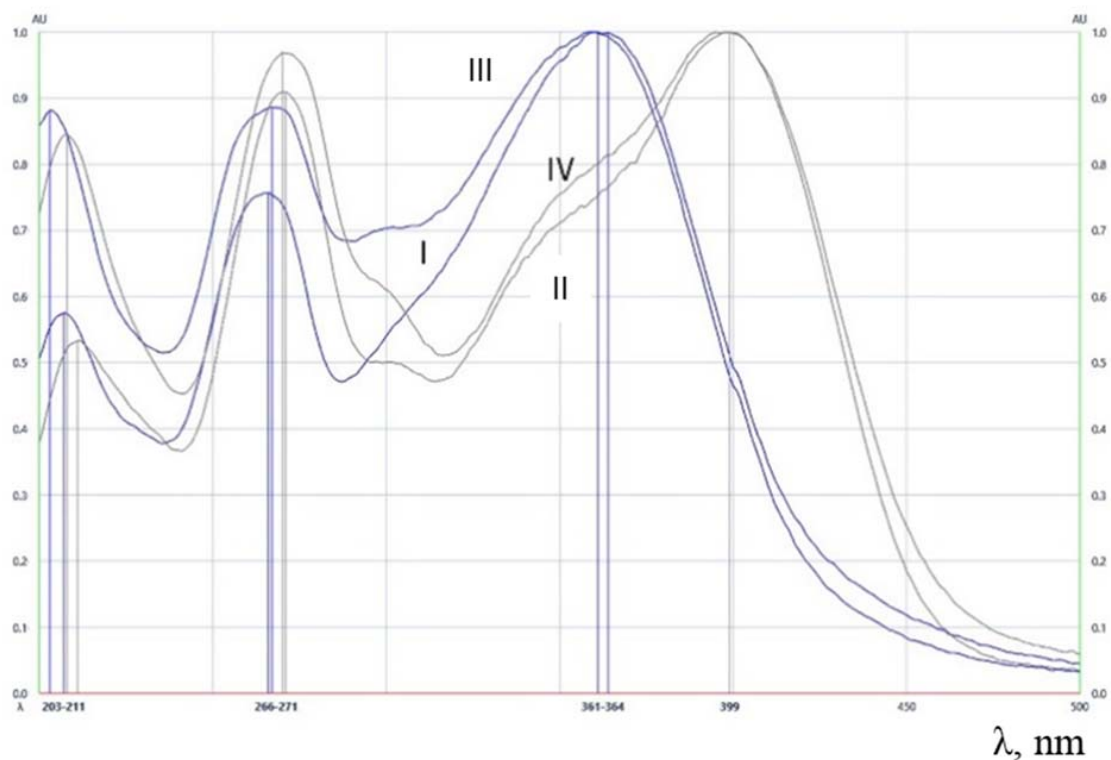


Рис. 3. Електронні спектри поглинання зон рутину: СЗ рутину до дериватизації (I) і після дериватизації (II); настойки нагідок до дериватизації (III) і після дериватизації (IV).

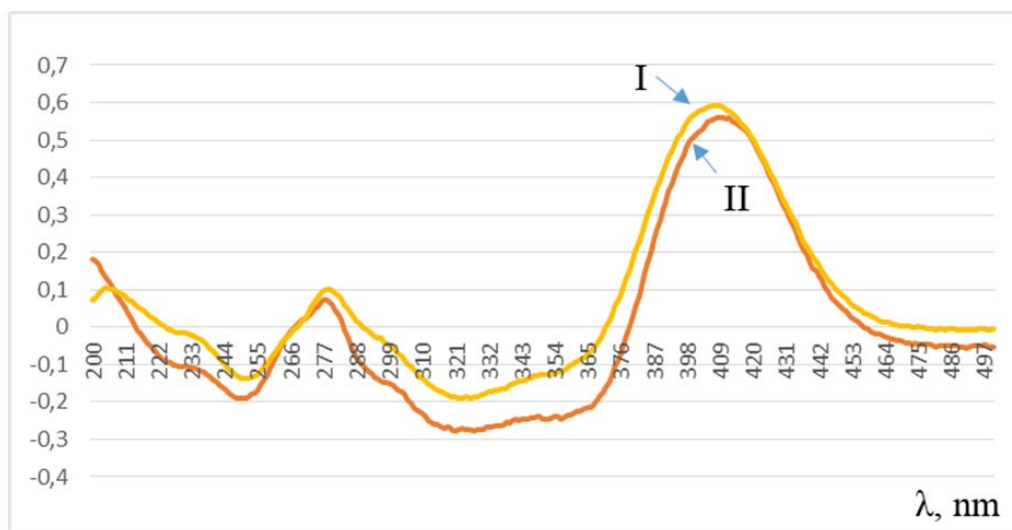


Рис. 4. Диференційні електронні спектри поглинання зон рутину, отримані для: 1 – настойки нагідок (довжина хвилі максимуму абсорбції 405–408 нм); 2 – СЗ рутину (довжина хвилі максимуму абсорбції – 408 нм); після реакції комплексоутворення з 5 % розчином алюмінію хлориду у 70 % етанолі.

симумів абсорбції електронних спектрів зон рутину до (361 ± 3) нм і після дериватизації (398 ± 2) нм із кореляцією спектрів $\geq 0,96$ і $\geq 0,95$ відповідно (рис. 3); і положення максимумів абсорбції диференційних спектрів зон рутину (408 ± 3) нм випробовуваного розчину настійки нагідок і розчину стандартного зразка (рис. 4). При цьому зони, які відповідають гідроксикоричним кислотам (фенілпропаноїди) та ідентифікуються одночасно із флавоноїдами за довжини хвилі 366 нм (рис. 2, червоні стрілки), не абсорбують за довжини хвилі 408 нм, що дає можливість проводити специфічне визначення суми флавоноїдів за цієї довжини хвилі. Профіль піків зон флавоноїдів для треку випробовуваного розчину настійки нагідок після дериватизації при 408 нм наведено на рис. 5. Перерахунок проводили на СЗ рутину, нанесений паралель-

но із випробуваними розчинами на ту саму пластинку, і для якого спостерігалася лінійність у діапазоні концентрацій 0,2–0,8 мкг/зону. Розрахунок суми флавоноїдів, що вступили в реакцію з алюмінію хлоридом, проводили за різницею сумарного значення площ піків зон флавоноїдів після дериватизації і до дериватизації при 408 нм. Це дало можливість нівелювати вплив речовин, що поглинають при 408 нм до дериватизації (див. рис. 2).

Кількісний вміст флавоноїдів було розраховано різними способами – за розробленою методикою ВЕТШХ за площею (А) і висотою піків (Н) як методом калібрувальної кривої (МКК), так і методом стандарту (МС) і визначено спектрофотометрично згідно з методикою [3] після комплексотворення з алюмінію хлоридом, застосовуючи різні способи: МС, МКК, МППП (табл.).

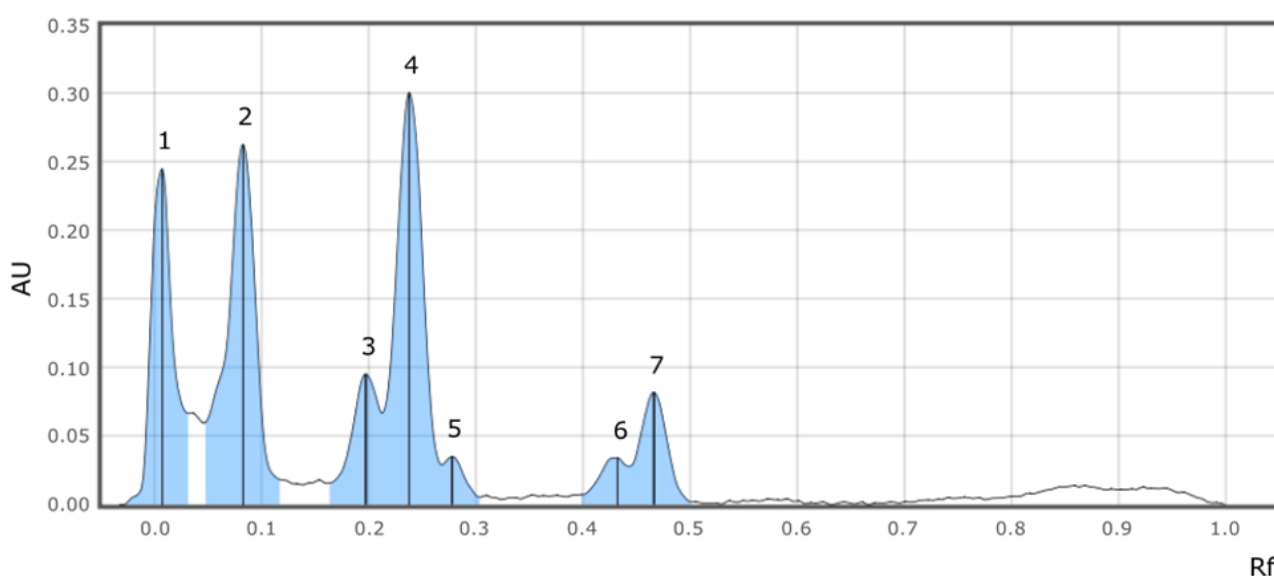


Рис. 5. Профіль піків зон флавоноїдів для треку випробовуваного розчину настійки нагідок після дериватизації ($\lambda_{\text{дет}} = 408$ нм).

Таблиця

Порівняння результатів кількісного визначення суми флавоноїдів настійок нагідок, у перерахунку на рутин, за методом високоефективної тонкошарової хроматографії і спектрофотометрії при детектуванні за довжини хвилі 408 нм

Спосіб розрахунку	Метод ВЕТШХ				Метод спектрофотометрії		
	МС		МКК		МС	МКК	МППП
	Н	А	Н	А			
Рівняння лінійності			у = 0,1795х + 0,041	у = 0,0057х + 0,0005		у = 0,0808х + 0,1176	
Коефіцієнт кореляції			R² = 0,9946	R² = 0,9995		R² = 0,9534	
Зразок	Вміст, %						
1	0,18	0,22	0,25	0,26	0,16	0,15	0,15
2	0,12	0,12	0,16	0,14	0,09	0,08	0,08
3	0,19	0,23	0,27	0,26	0,18	0,17	0,17

За даними таблиці, вміст суми флавоноїдів в аналізованих зразках настойки нагідок, отриманий методом ВЕТШХ, вищий від вмісту, отриманого методом спектрофотометрії. Це може зумовлюватись особливостями вимірювання абсорбції зразків у розчинах і нанесених на шар силікагелю, відмінностями рН та ін. При оцінюванні способу розрахунку вмісту суми флавоноїдів методом ВЕТШХ як більш прецизійний і правильний слід рекомендувати МКК [12], а кращу лінійність і вищий коефіцієнт кореляції було отримано при розрахунку за площею піків (див. табл.). Згідно з обраним способом розрахунку, вміст суми флавоноїдів, у перерахунку на рутин, у зразках настойки нагідок склав для зразків: 1 – $0,26 \pm 0,02$ %; 2 – $0,14 \pm 0,01$ %; 3 – $0,26 \pm 0,02$ %.

Висновки. Розроблено методику кількісного вмісту суми флавоноїдів у настійці нагідок за методом ВЕТШХ. Специфічність методики досягається шляхом кількісного визначення суми окремих речовин після їхнього розділення в підходящій рухомій фазі і реакції комплексотворення флавоноїдів з алюмінієм хлориду за довжини хвилі 408 нм. Встановлений кількісний вміст суми флавоноїдів корелює з результатами, отриманими методом спектрофотометрії.

Розроблена методика може застосовуватися як простий, специфічний, зручний і економічно вигідний експрес-метод визначення флавоноїдів настойки нагідок.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interests: authors have no conflicts of interests to declare.

DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS CONTENT IN CALENDULA TINCTURE BY HIGH-PERFORMANCE THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY

K. O. Khokhlova, L. I. Vyshnevskaya, O. A. Zdoryk

National University of Pharmacy, Kharkiv

Kateryna_khokhlova@ukr.net

The aim of the work. To develop a method for determination of the total flavonoids content (TFC) of Calendula tincture by high-performance thin-layer chromatography (HPTLC) that is specific, fast and economic.

Materials and Methods. The investigation was carried out by HPTLC technique in automated system of CAMAG (Switzerland), on the base of Scientific-Research Training Laboratory of Chemical and Technological Research of the National University of Pharmacy (Kharkiv, Ukraine). The results were evaluated using *visionCats* software, CAMAG. As a reference standard rutin was used, as objects of study three samples of Calendula tincture of domestic manufactures were used.

Results and Discussion. During development of TFC method the optimal conditions of analysis were chosen, including: determination of characteristic peak profiles of Calendula tincture in the selected mobile phase at different wavelengths; the selection of reference standard for expression, optimization of steps of sample preparation for work and reference solutions, derivatization and detection; determination of calculation's method and calculation formula. Thus, the determination of TFC was carried out after compounds separation in the selected mobile phase and after derivatization with aluminium chloride reagent at a wavelength of 408 nm. For the calculation, the calibration method – plot by peak area was chosen. According to the developed HPTLC methods, the TFC, expressed as rutin, in samples of Calendula tincture was: for sample 1 – (0.26 ± 0.02) %; for sample 2 – (0.14 ± 0.01) %; for sample 3 – (0.26 ± 0.02) %.

Conclusions. The developed method can be used as a specific, convenient and economical express method for determination of TFC in Calendula tincture.

Key words: Calendula tincture; high performance thin-layer chromatography; total flavonoids content; rutin; quantitative determination.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В НАСТОЙКЕ КАЛЕНДУЛЫ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Е. А. Хохлова, Л. И. Вишневская, А. А. Здорик

Национальный фармацевтический университет, Харьков

Kateryna_khokhlova@ukr.net

Цель работы. Разработка методики определения количественного содержания суммы флавоноидов настойки календулы методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ), которая характеризуется специфичностью, экспрессностью и экономичностью.

Материалы и методы. Исследование было проведено методом ВЭТСХ в автоматической системе производства САМАГ (Швейцария), на базе учебно-научной тренинговой лаборатории химико-технологических исследований НФаУ (Харьков, Украина). Результаты обрабатывали с помощью программного обеспечения *visionCats*, САМАГ. В качестве стандартного образца (СО) использовали рутин, как объекты исследования использовали три образца настойки календулы отечественных производителей.

Результаты и обсуждения. При разработке методики были выбраны оптимальные условия определения, которые включали: определение характерных профилей пиков настойки календулы в избранной подвижной фазе при различных длинах волн и выбор СО для перерасчета, оптимизацию этапов подготовки пробы испытуемого и СО, этапов дериватизации и детекции; определение способа расчета и разработку формулы расчета. Так, определение содержания суммы флавоноидов проводилось после разделения веществ в избранной подвижной фазе и дериватизации реагентом алюминия хлорида при длине волны 408 нм. Для расчета был выбран метод калибровочного графика по площади пиков. Согласно разработанной методики ВЭТСХ, содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в образцах настойки календулы составило: для образца 1 – $0,26 \pm 0,02$ %; для образца 2 – $0,14 \pm 0,01$ %; для образца 3 – $0,26 \pm 0,02$ %.

Выводы. Разработанная методика может использоваться как специфический, удобный и экономически выгодный экспресс-метод определения флавоноидов настойки календулы.

Ключевые слова: настойка календулы; высокоэффективная тонкослойная хроматография; сумма флавоноидов; рутин; количественное определение.

Список бібліографічних посилань

1. Державний реєстр лікарських засобів України. URL: http://www.drlz.com.ua/MOZ_Ukrainy
2. Хохлова К. О. Розроблення уніфікованих ВЕТШХ методик для визначення поліфенольних сполук у настоянках / К. О. Хохлова. *Фармац. Журнал*. 2020. № 5. С. 68–81.
3. Марахова А. И. Унификация физико-химических методов анализа лекарственного растительного сырья и комплексных препаратов на растительной основе : дисс. д. фарм. наук : 14.04.02. Москва, 2016. – 313.
4. Substantiation of new approaches to standardization of herbal materials and pharmaceuticals of *Calendula officinalis* L. A. V. Kurkina, P. V. Afanasyeva, V.A. Kurkin, et al. *Sovrem. Probl. Nauk. i Obraz.* 2015. № 5.
5. Державна фармакопея України 2.0. В 3 т. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 3. 732 с.
6. Чубка М. Б., Вронська Л. В., Котляренко Л. Т. Порівняння можливостей застосування різних спектрофотометричних методик для визначення флавоноїдів. *Фармацевтичний часопис*. 2010. № 3. С. 56–61.
7. Котова Е. Е., Котов А. Г. Систематизація фармакопейних вимог до методів контролю якості лікарської рослинної сировини. Уніфіковані спектрофотометричні методики. *Фармаком*. 2014. № 4. С. 22–34.
8. *European Pharmacopoeia* 8.0. – Strasbourg: EDQM, 2014. – 3655 p.9. *USP Dietary Supplements Compendium* [Internet]. 2019 [cited 2019 Oct 1]. Available from: <https://www.usp.org/products/dietary-supplements-compedium>
10. Державна фармакопея України. 2.2. Харків : ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2018. С. 336.
11. High performance thin-layer chromatography (HPTLC) in the quality control of herbal products. S. Canigueral, D. Frommenwiler, E. Reich, et al. *Recent Adv. Pharm. Sci VIII*. 2018. P. 119–136.
12. Spangenberg B., Poole C. F., Weins C. *Quantitative Thin-Layer Chromatography. A Practical Survey*. New-York: Springer. 2011. 388 p.

References

1. State Register of Drugs of Ukraine [Internet]. [cited 2019 Jul 9]. Available from: http://www.drlz.com.ua/MOZ_Ukrainy
2. Khokhlova KO. [Development of harmonized HPTLC methods for determination of polyphenolic compounds of tinctures]. *Farm Zh.* 2020;75(5): 68-81. DOI: 10.32352/0367-3057.5.20.08
3. Marakhova AI. [Unification of physical and chemical methods of drug raw material analysis and complex remedies plant basis]. Doctor's thesis. Moscow; 2016. Russian.
4. Kurkina AV, Afanasyeva PV, Kurkin VA, Platonov IA, Pavlova LV. Substantiation of new approaches to standardization of herbal materials and pharmaceuticals of *Calendula officinalis* L. *Sovrem Probl Nauk i Obraz.* 2015;(5).
5. State Pharmacopoeia of Ukraine 2.0. In 3 volumes. [Державна фармакопея України 2.0. В 3 т.] DP «Ukrainskyi naukovyi farmakopeynyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv»; 2015. Ukrainian.
6. Chubka MB, Vronska LV, Kotlyarenko LT. [Comparison of different spectrophotometric techniques possibilities use for flavonoids definition]. *Farm chasop.* 2010;(3): 56-61. Ukrainian.
7. Kotova EE, Kotov AG. [Systematization pharmacopoeial requirements for methods of quality control of

- herbal drugs. Unified spectrophotometric methods. Farmakom. 2014;(4): 22-34. Ukrainian.
8. European Pharmacopoeia. European Pharmacopoeia. In 2014. Available from: <http://online6.edqm.eu/ep802/>
 9. USP Dietary Supplements Compendium [Internet]. 2019 [cited 2019 Oct 1]. Available from: <https://www.usp.org/products/dietary-supplements-compedium>
 10. State Pharmacopoeia of Ukraine 2.2. [Державна фармакопея України 2.2] Kharkiv: DP «Ukrainskyi naukovyi farmakopeinyi tsentr yakosti likarskykh zasobiv»; 2018. Ukrainian.
 11. Caniguer S, Frommenwiler D, Reich E, Roser V. High performance thin-layer chromatography (HPTLC) in the quality control of herbal products. Recent Adv Pharm Sci VIII. 2018; 119-36.
 12. Spangenberg B, Poole CF, Weins C. Quantitative thin-layer chromatography. A practical survey. New-York: Springer; 2011.

Відомості про авторів

Хохлова К. О. – канд. фармац. наук, доцент кафедри аптечної технології ліків, Національний фармацевтичний університет МОЗ України, Харків, Україна. Email: kateryna_khokhlova@ukr.net. ORCID: 0000-0002-7151-6763.

Вишнеvsька Л. І. – д. фармац. наук, професор, завідувачка кафедри аптечної технології ліків, Національний фармацевтичний університет МОЗ України, Харків, Україна. E-mail: atl@nuph.edu.ua. ORCID: 0000-0002-6887-3591.

Здорик О. А. – д. фармац. наук, професор, доцент кафедри якості, стандартизації та сертифікації ліків, Національний фармацевтичний університет МОЗ України, Харків, Україна. Email: oleksandr_zdoryk@ukr.net. ORCID: 0000-0002-2721-0281.

Information about the authors

Khokhlova K. O. – PhD (Pharmacy), Associate Professor of the Technology Drugs Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine. Email: kateryna_khokhlova@ukr.net. ORCID: 0000-0002-7151-6763.

Vyshnevskaya L. I. – DSc (Pharmacy), Professor, Head of the Technology of Drugs Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine. Email: atl@nuph.edu.ua. ORCID: 0000-0002-6887-3591.

Zdoryk O. A. – DSc (Pharmacy), Professor of the Quality, Control and Standardization Department, National University of Pharmacy of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine. Email: oleksandr_zdoryk@ukr.net. ORCID: 0000-0002-2721-0281.